

**“COMPARACIÓN ENTRE DIFERENTES
SUPERFICIES EN PRUEBAS DE SALTO
MONOPODALES”**

**“COMPARISON BETWEEN DIFFERENTS
SURFACES IN MONOPODAL JUMPING TESTS”**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Autor: Aitor Zamalloa Baraiaetxaburu

Grado en Fisioterapia, E.U.G. Gimbernat-Cantabria

Director: David Casamichana Gómez.

09-06-2014

ÍNDICE

1- Resumen	3
2- Introducción	5
3- Método	8
- Sujetos	8
- Procedimiento	9
- Análisis	12
4- Resultados	13
5- Discusión	18
6- Referencias bibliográficas	22

Resumen.

Objetivo. El propósito de este estudio fue comparar el uso de cuatro *Hop Test* en dos condiciones de medición diferentes, tanto en asfalto (ASF) como en hierba artificial (HA).

Métodos. 19 futbolistas varones de un equipo amateur regional realizaron cuatro test unipodales en cada superficie: *Single Hop Test* (SHT), *Triple Hop Test* (THT), *Crossover Hop Test* (CHT) y *6 meter Timed Hop Test* (6THT). Cada sujeto realizó primero las pruebas en ASF, y en la siguiente sesión las pruebas en HA. Se usaron los resultados más altos obtenidos en la pierna dominante y no dominante en cada una de las pruebas realizadas.

Resultados. Respecto a la fiabilidad inter-repeticiones se observaron diferencias significativas ($p<0.05$) en la prueba CHT para la pierna no dominante, con valores de mayor variabilidad en el ASF (6.98 ± 3.9) respecto a la HA (3.99 ± 2.39). En la THT en cambio, se observan estas diferencias significativas en ambas piernas, y en la 6THT en la pierna dominante. Respecto a las diferencias en el rendimiento en función del terreno, se observan resultados mayores en la pierna no dominante cuando es realizada en HA en el SHT, al igual que en el 6THT, pero en este caso en la pierna dominante. En el THT y CHT se observan relaciones significativas ($p<0.05$) entre ambos terrenos. Respecto al índice de simetría en función del terreno, se observan relaciones significativas en los CHT ($r=0.542$) y en los THT ($r=0.561$). No se observan estos resultados para los SHT y los 6THT.

Discusión. Los resultados obtenidos indicaron una mayor variabilidad en los valores obtenidos sobre el ASF, quizás debido a una limitación en el diseño, por la realización de estas pruebas en primer lugar, sin repetir las sesiones, que también puede influir en el rendimiento de los saltos. Relaciones significativas entre el índice de simetría en los CHT y THT fue observado, indica una relación entre ambas pruebas, pudiendo ser comparados ambos valores.

Abstract

Objective. The aim of this study was to compare the use of four Hop Test in two different measurement conditions, both asphalt (ASF) and artificial grass (HA).

Methods. 19 male soccer players of a regional amateur team conducted four single-legged tests on each surface: Single Hop Test (SHT), Triple Hop Test (THT), Crossover Hop Test (CHT) and 6 meter Timed Hop Test (6THT). Each subject performed first tests on ASF, and at the next meeting in HA tests. The highest results in the dominant and non-dominant leg in each of tests were used.

Results. Regarding the inter-reliability repetitions significant differences ($p < 0.05$) in the CHT test for non-dominant leg, with values greater variability in the ASF (6.98 ± 3.9) compared to the HA (3.99 ± 2.39) were observed. In THT however, these significant differences in both legs and in the dominant leg 6THT observed. Regarding the differences in performance depending on the terrain, better results are observed in the non-dominant leg when performed in HA in the SHT, as in the 6THT, but in this case the dominant leg. In the THT and CHT significant relationships ($p < 0.05$) was observed between the two lands. Regarding the symmetry index depending on the terrain, significant relationships were observed in the CHT ($r = 0.542$) and in THT ($r = 0.561$). These results for the SHT and 6THT are not observed.

Discussion. The results showed greater variability in the values obtained on the ASF, perhaps due to a limitation in the design, the performance of these tests first without repeating the sessions. Significantly higher yields were observed in the non-dominant leg and HA, possibly by performing tests on asphalt first. Significant relationships between the index of symmetry in the CHT and THT was observed, indicating a relationship between the two tests, both values can be compared.

Introducción.

La rehabilitación post-intervención quirúrgica de ligamento cruzado anterior (LCA) es el foco de numerosos estudios de investigación¹. Diferentes fases son vitales durante la lesión: el diagnóstico de lesión del LCA, la inmediata evaluación de los tratamientos de operación y el establecimiento de criterios de seguridad de retorno al deporte².

Se considera la evaluación del índice de simetría en la potencia y estabilidad muscular en la extremidad inferior como uno de esos criterios de seguridad que permite predecir la existencia de un factor de riesgo que limite la práctica deportiva³. Esta evaluación trata de identificar valores anormales que ayudan a identificar asimetrías y potenciales factores de riesgo⁴, asociados a una lesión específica. Respecto a los factores asociados a la lesión de LCA destacan limitaciones en el plano sagital, déficit de hiperflexión de rodilla, existencia de fatiga o el ya comentado índice de simetría, entre otros⁵⁻⁷. Otro aspecto a tener en cuenta, es el nivel al que compite el deportista, ya que Butler et al.⁸, indica que la estabilidad dinámica de la rodilla varía dependiendo del nivel competitivo. Sin embargo, en el proceso de evaluación el responsable de la misma no debe de limitarse únicamente a valorar la estructura afectada, sino que debe tener mayor perspectiva, debiendo de realizar un abordaje más global y evaluar tanto los elementos superiores como los inferiores. Sharrock et al.⁹, relacionan la *CORE stability* con el rendimiento del deportista, explicando que es importante tener una faja abdominal tonificada para no desestabilizar el cuerpo al realizar la práctica deportiva. La propiocepción, el CORE y una correcta alineación de la extremidad pueden ayudar a disminuir las lesiones graves de rodilla¹⁰, en cambio, los programas de entrenamiento únicamente basados en ejercicios de propiocepción o de estabilidad tienen dudosa efectividad a la hora de disminuir el riesgo de lesión¹¹.

Kong et al.¹², encuentran una alta fiabilidad y validez en distintos test de rendimiento funcionales, concluyendo que pueden ser usados para valorar a deportistas tras una lesión de LCA. Noyes et al.¹³, concluyen que el uso de *Hop Test* o pruebas de salto monopodales pueden ser beneficiosos para detectar disimetrías entre ambas extremidades, respaldándose en una alta especificidad y un nivel bajo de falsos positivos³.

Varios autores¹³⁻¹⁵ respaldan la alta fiabilidad y la existencia de pocos falsos positivos de las pruebas *Hop Test* en la evaluación, pero pocos autores defienden el uso de unos test en concreto sobre otros. Gustavsson et al.¹⁶, evaluó cinco saltos: un salto vertical, *Single Leg for Distance(SHT)*, *Drop Jump* seguido de dos saltos unipodales, *Square hop* y *Side hop*. En dicho trabajo se obtuvo una sensibilidad del 91% al evaluar juntos el *Single Hop*, Salto vertical y *Side Hop*. En cambio, Reid et al.¹⁷, detectó una sensibilidad más baja (del 82%) al realizar cuatro saltos: *Single Hop for Distance Test (SHT)*, *Triple Hop for Distance Test (THT)*, *Crossover Hop for Distance Test (CHT)* y *6 meter Timed Hop Test (6THT)*, demostrando además que el uso de los cuatro test aumenta considerablemente la sensibilidad con respecto a los valores obtenidos cuando únicamente se realizó uno de ellos (38-52%). Se aconseja el uso combinado de más de tres tests ya que Grindem et al.¹⁸, demostraron que el uso de dos test no aporta información más fiable que el uso de solamente uno.

Resultados del 85% en el índice de simetría o mayores son considerados normales independientemente de la dominancia de pierna, género o nivel de actividad¹⁹. Logerstedt et al.²⁰, indica que los deportistas con un resultado del 88% o menor en el índice de simetría deben mejorar mediante un entrenamiento específico para normalizar su función en la extremidad.

Diferentes autores hacen uso de los *Hop Test* como una herramienta fiable para valorar disfunciones de toda la extremidad inferior. Benjamín et al.²¹, encuentra resultados fiables para evaluar alteraciones en la cadera, mientras que Kong et al.¹², demuestra una alta fiabilidad entre pacientes con cirugía de LCA, proponiendo Sharma et al.²¹, el uso de estos test para detectar anomalías en pacientes con inestabilidad funcional de tobillo. El uso de estos tests de rendimiento funcional no se ha de limitar sólo a criterios preventivos o de vuelta a la práctica deportiva a un nivel competitivo. Myer et al.²³, indica el uso de los *Hop Test* durante la rehabilitación tras cirugía del LCA como predictor fiable para el paso de una fase a otra de la rehabilitación. Divide la rehabilitación en seis fases dependiendo del tiempo transcurrido tras la operación en los que han de cumplirse unos criterios para avanzar a la siguiente fase. Los criterios para la vuelta al deporte de competición, exigen un mínimo de 12 semanas tras la cirugía y un índice de simetría de 90% o más, entre otros criterios.

Sin embargo, a la hora de realizar una evaluación a un deportista es importante que las pruebas de evaluación se realicen en condiciones estandarizadas, para minimizar los sesgos de evaluación y dar una información más válida y fiable²⁴. Los déficits unilaterales pueden no ser identificados durante las pruebas de rendimiento bipodal mientras que los saltos unilaterales si pueden identificarlos²⁵. Otros autores, proponen el uso de estos test tras provocar fatiga en los deportistas^{7,26} en los que demuestran una disminución en la estabilidad y del índice antero-posterior de la rodilla. No sólo se aplica el uso de los *Hop Test* a los deportistas ya lesionados, ya que también pueden ser una herramienta pre-lesión válida y fiable, mediante la medición de ambas extremidades valoradas de forma unipodal²⁷, aportando una información pronóstica y diagnóstica con utilidad práctica^{18,25}.

El principio de especificidad ha sido descrito en numerosas ocasiones²⁸⁻²⁹, dando importancia a la utilización de pruebas que reproduzcan las condiciones a las que son sometidos los deportistas durante su actividad. Las pruebas de evaluación *Hop Test* han sido descritos para desarrollarse en terreno duro y seco^{3,17,19}; Logerstedt et al.²⁰, condiciones alejadas a las específicas de algunos deportistas, como es el caso de los futbolistas, sin conocerse información de la validez y fiabilidad de las pruebas de *Hop Test* realizadas en condiciones más cercanas a las competitivas.

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue investigar el uso más específico de los *Hop Tests* para futbolistas, proponiendo su uso en hierba artificial (HA) (terreno blando y seco) y con botas de tacos, respecto a las condiciones habituales de realización en terreno duro y con zapatillas planas¹⁷.

Método

Sujetos

En el estudio participaron 19 futbolistas varones de un equipo de la regional vizcaína (edad: 24.6 ± 3.6 años; peso $72,1 \pm 9.7$ kg.; altura: 177 ± 6.6 cm). Los criterios de inclusión establecidos hicieron referencia a no padecer ninguna lesión, siendo capaces los futbolistas en el momento de la evaluación de realizar las pruebas en ausencia de dolor. Se excluyeron 4 sujetos de la investigación, uno de ellos debido a dolor en la zona lumbar durante la realización de las pruebas, otro por enfermedad durante la investigación y otros dos por lesiones producidas durante la práctica deportiva. Por lo tanto, 15 de los participantes completaron todas las pruebas satisfactoriamente sin problemas ni lesiones, mientras que 3 de los sujetos completaron las pruebas sobre asfalto (ASF), pero por motivos externos no pudieron realizarlas en hierba artificial (HA) con lo que no se tuvieron en cuenta sus valores. Todos los participantes fueron

informados de los objetivos, beneficios y riesgos del estudio del mismo, aportando el consentimiento informado por escrito antes del comienzo.

Procedimiento

Cada sujeto completó primero las pruebas en ASF, y tras el transcurso de una semana al menos, los deportistas realizaron las pruebas en HA. Las pruebas en cada terreno se alargaron durante dos días consecutivos para completar la evaluación, evitando así interferir en el entrenamiento del equipo e intentando mantener a los sujetos en las mismas condiciones. .

La evaluación realizada a los futbolistas se realizó a través del uso de cuatro Hop Test unipodales: 1) *Single Hop Test* (SHT), 2) *Crossover Hop Test* (CHT), 3) *Triple Hop Test* (THT) y 4) *6m Timed Hop Test* (6THT). Todas las pruebas se realizaron tres veces con cada extremidad, utilizándose el salto de mayor distancia o de menor tiempo para el posterior análisis estadístico. Se utilizaron los resultados obtenidos en la pierna dominante y en la pierna no dominante para calcular el índice de simetría del deportista¹³, calculado para todos los tests, obtenido a través del valor de la extremidad dominante dividido por el valor de la no dominante, y multiplicado el resultado por 100³. La probabilidad de que durante la prueba el valor de la extremidad dominante sea más alto que de la no dominante existe³⁰, con lo que se contabilizarán valores por encima y por debajo del 100%, siendo los mayores de un 15% los considerados anormales¹⁹.

Todos los sujetos realizaron un calentamiento protocolizado de cinco minutos de duración antes de realizar las pruebas, existiendo un descanso de tres minutos entre el calentamiento y el comienzo de las mismas. El calentamiento fue estandarizado y consistió en correr durante un minuto (dar una vuelta al campo de fútbol); ejercicios

dinámicos tales como: sobre el sitio, levantar diez veces con cada extremidad la rodilla al pecho, llevar diez veces con cada extremidad los talones al culo, diez veces con cada extremidad pasos adelante-atrás, lo mismo hacia lateral; por último, ejercicios de salto tales como: coger 6 veces impulso con las dos piernas, saltar y recepcionar sobre una pierna. Los deportistas evaluados acudieron a la evaluación con sus zapatillas de correr y sus botas de fútbol.

Se utilizaron unos criterios de ejecución de obligado cumplimiento durante la evaluación^{20,25}, tales como: a) no pisar la línea de salida; b) la pierna que no apoya se queda libre, no pudiendo apoyarse en la otra; c) no se puede tocar el suelo más que con el pie de salto (ni con el pie, ni con la mano); d) el deportista no debe desviarse del carril ni pisar ninguna de las dos líneas que lo delimitan; e) el salto debe ser realizado con los brazos colocados en la cadera, considerándose nulo si durante el salto o la recepción los separa; f) si en la recepción del salto requiere otro apoyo para estabilizarse, también se considera nulo (deben ser saltos equilibrados, que pueda indicar desequilibrio funcional); g) debe mantenerse durante tres segundos estabilizado después de la recepción para que se considere válido; h) si existe un nulo, se pasa al final, realizándose el resto de las repeticiones antes.

Las pruebas se realizaron basándose en las descripciones indicadas en la literatura^{3,13,17}.

La prueba de SHT consiste en la realización por parte del deportista de un salto lo más lejos que le sea posible, colocándose los brazos a la altura de las caderas. La distancia fue medida desde la línea de salida hasta la parte posterior del talón. Se realizaron tres repeticiones con cada extremidad, considerando solamente el valor más alto.

El CHT consiste en la realización de tres saltos seguidos lo más lejos posible cruzando la línea delimitada por el metro cada vez. No estaba permitido pararse en cada salto para recuperar el equilibrio. Tenía que ser capaz de mantener la postura del último salto al

menos tres segundos. La distancia fue medida desde la línea de salida hasta la parte posterior del talón. En caso de pisar el metro en cualquiera de los saltos, la repetición fue considerada nula.

En el THT el deportista realizó tres saltos consecutivos lo más lejos posibles dentro del carril delimitado, no estando permitido pararse entre saltos. El deportista tenía que ser capaz de mantener la postura durante tres segundos. La distancia fue medida desde la línea de salida hasta la parte posterior del talón.

Por último, en el 6THT se ha de recorrer la distancia delimitada de seis metros tan rápido como sea posible. El investigador contabilizaba el tiempo mediante un cronómetro manual. El tiempo comenzaba al despegar los dedos del suelo en el primer salto y finaliza una vez pase la línea de llegada por completo. En caso de que su último salto finalizase sobre la línea de llegada, debía realizar otro salto o el salto se consideraba nulo. El tiempo se contabiliza redondeando a la décima más cercana.

Las pruebas se realizaron sobre asfalto (ASF), liso y seco y sobre hierba artificial (HA), blando y seco. Se determinó un carril de 80 cm de ancho en ambas superficies, colocando una cinta métrica de 8 metros de largo como una de las líneas y esparadrappo tipo Strappal como la otra línea. Otra tira colocada en el suelo de 80cm determina la línea de salida, al igual que otra de estas mismas características a 6 metros de distancia, determina el final para la prueba de 6THT. El investigador se ayudó de una pica para medir la distancia de forma más objetiva. Los deportistas utilizaron las zapatillas de correr para completar las pruebas en ASF, mientras que hicieron uso de las botas de tacos en HA.

Análisis estadístico

Los datos son presentados como medias y desviaciones estándar (\pm DS). Para la prueba de homogeneidad de las varianzas se utilizó el estadístico de *Levene*. Para estimar la presencia de diferencias significativas entre la condición de ASF y de HA se ha realizado la prueba de *t de Student*. La relación entre las medidas obtenidas en ASF y HA ha sido estudiada a través del test de correlación de Pearson. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa estadístico *SPSS 16.0 para Windows* y el nivel de significación admitido fue de $p < 0.05$.

Resultados

Fiabilidad inter-repeticiones

La Figura 1 muestra el coeficiente de variación (%) para cada una de las piernas (dominante y no dominante) en las diferentes condiciones (ASF y HA) para cada una de las pruebas. En la prueba SHP no se observan diferencias significativas en función de la condición evaluada (ASF y HA).

En la prueba THT se observan diferencias significativas tanto en la pierna dominante como en la no dominante ($p < 0.05$), con mayores valores de variabilidad en el ASF (6.2 ± 2.6 y 6.9 ± 3.9 para pierna dominante y no dominante) con respecto a la HA (3.7 ± 3.4 y 3.7 ± 2.8 para dominante y no dominante). En la prueba CHT existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la pierna no dominante, con valores de mayor variabilidad en el ASF (7.0 ± 3.9), con respecto al CV obtenido en la HA (4.0 ± 2.4). En la prueba 6THT existen diferencias en la pierna dominante ($p < 0.05$), con valores de 7.3 ± 3.6 en ASF y de 4.7 ± 2.6 en la HA.

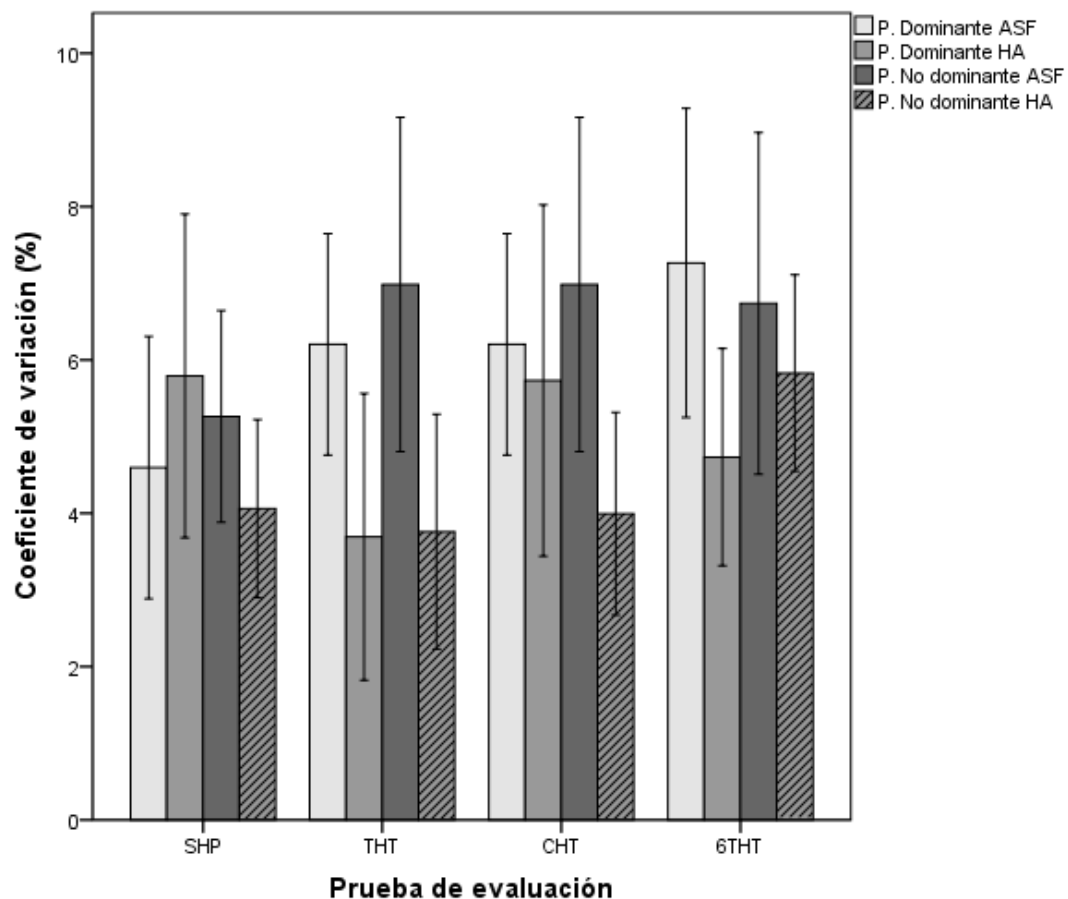


Figura 1. Coeficiente de variación (%) de las pruebas realizadas en el terreno de asfalto (ASF) y de hierba artificial (HA). SHP es *Simple Hop Test*, THT es *Triple Hop Test*, CHT es *Crossover Hop Test* y 6THT es *6m Timed Hop Test*.

Diferencias en función del terreno en el rendimiento (cm)

La Figura 2 muestra el resultado obtenido en cada una de las condiciones estudiadas (ASF y HA) para cada una de las extremidades. Observamos como existen rendimientos significativamente ($p < 0.05$) mayores en la pierna no dominante cuando es realizada la prueba en un terreno de HA (162.8 ± 13.9) con respecto a cuándo es realizada en ASF (153.7 ± 13.5), mientras que no se observan diferencias en la pierna dominante (152.8 ± 12.9 y 155.7 ± 13.5 en ASF y HA, respectivamente) en el SHT.

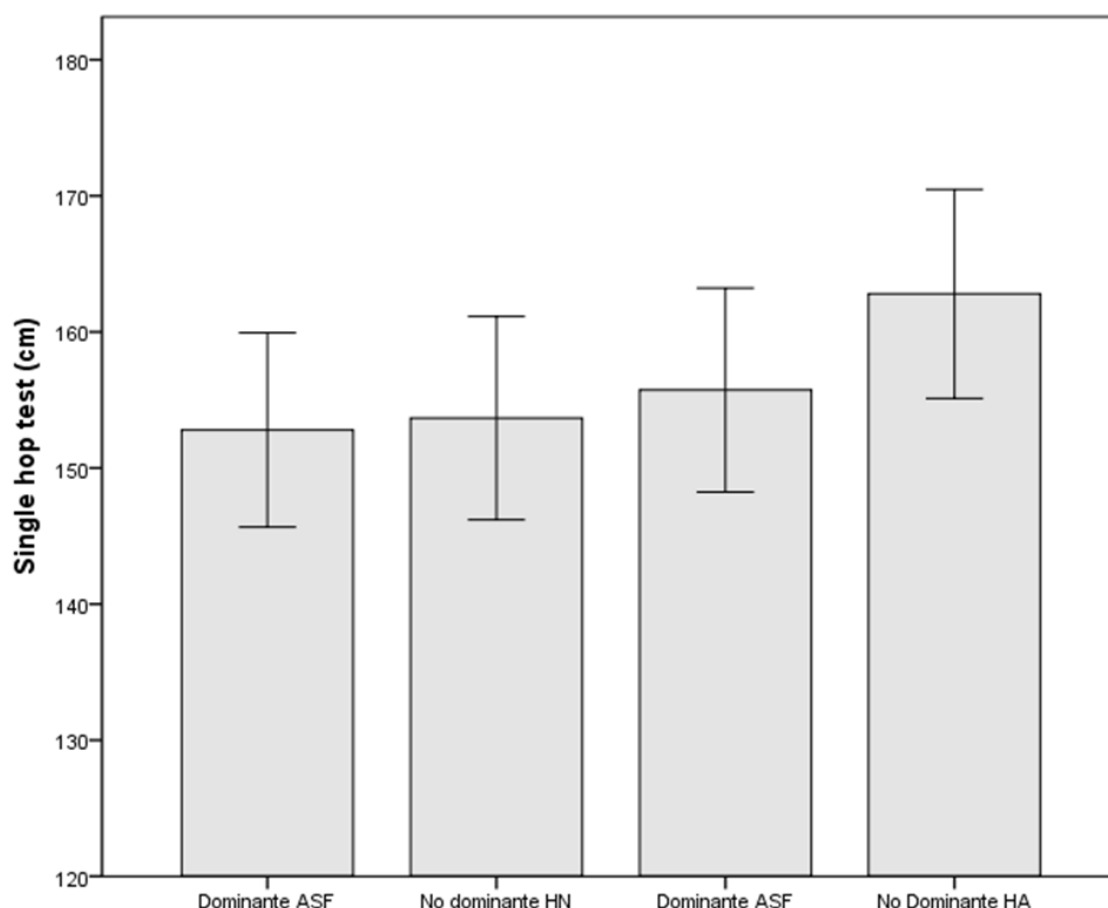


Figura 2. Single Hop test realizando por la pierna dominante y no dominante en un terreno de juego de asfalto (ASF) y en otro de hierba artificial (HA).

Los resultados de las pruebas THT, CHT y 6THT pueden observarse en la Tabla 1, encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) en la prueba CHT (pierna dominante), y en la pierna dominante y no dominante durante la prueba 6THT.

Tabla 1. Media, Desviación estándar y Sig de las pruebas realizadas. THT es *Triple Hop Test*, CHT es *Crossover Hop Test* y 6THT es *6m Timed Hop Test*.

		Asfalto	Hierba artificial	Sig
THT	P. Dominante	506.9 ± 46.1	506.9 ± 50.9	0.995
	P. No dominante	518.9 ± 46.1	534.9 ± 49.9	0.169
CHT	P. Dominante	454.6 ± 46.0	485.7 ± 51.6	0.005
	P. No dominante	485.8 ± 42.7	489.3 ± 51.5	0.720
6THT	P. Dominante	1.9 ± 0.2	1.7 ± 0.2	0.002
	P. No dominante	1.9 ± 0.2	1.7 ± 0.1	0.004

Las relaciones entre el rendimiento obtenido en ambas situaciones para cada una de las extremidades evaluadas se muestran en la Tabla 2. Se observan relaciones significativas

en todas las pruebas y extremidades, salvo en los casos de la pierna dominante durante la prueba SHT y la pierna no dominante de la prueba 6THT.

Tabla 2. Relación existente entre ambas piernas en las dos condiciones en las diferentes pruebas.

	SHT	THT	CHT	6THT
Dominante	r= 0.418 p> 0.05	r= 0.712 p< 0.05	r= 0,735 p< 0.05	r= 0.654 p< 0.05
No dominante	r= 0.583 p< 0.05	r= 0.602 p< 0.05	r= 0,701 p< 0.05	r= 0.357 p> 0.05

Las Figuras 3 y 4 muestran muestra los gráficos Bland-Altman donde se observan las diferencias de medias de la prueba SHT en la pierna dominante (con una diferencia de medias de -2.93 cm) y la pierna no dominante (con una diferencia de medias de -9.13 cm).

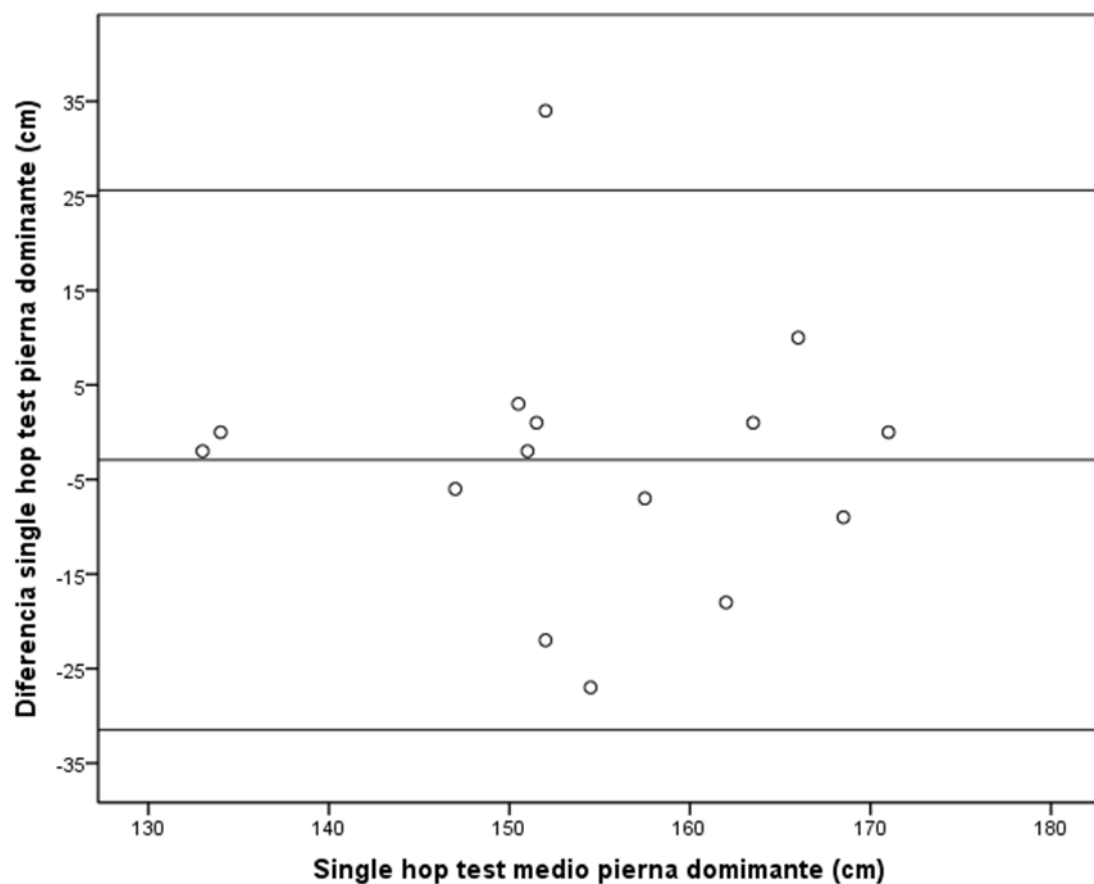


Figura 3. Representación Bland-Altman de la pierna dominante en la prueba *Single Hop Test* (SHT).

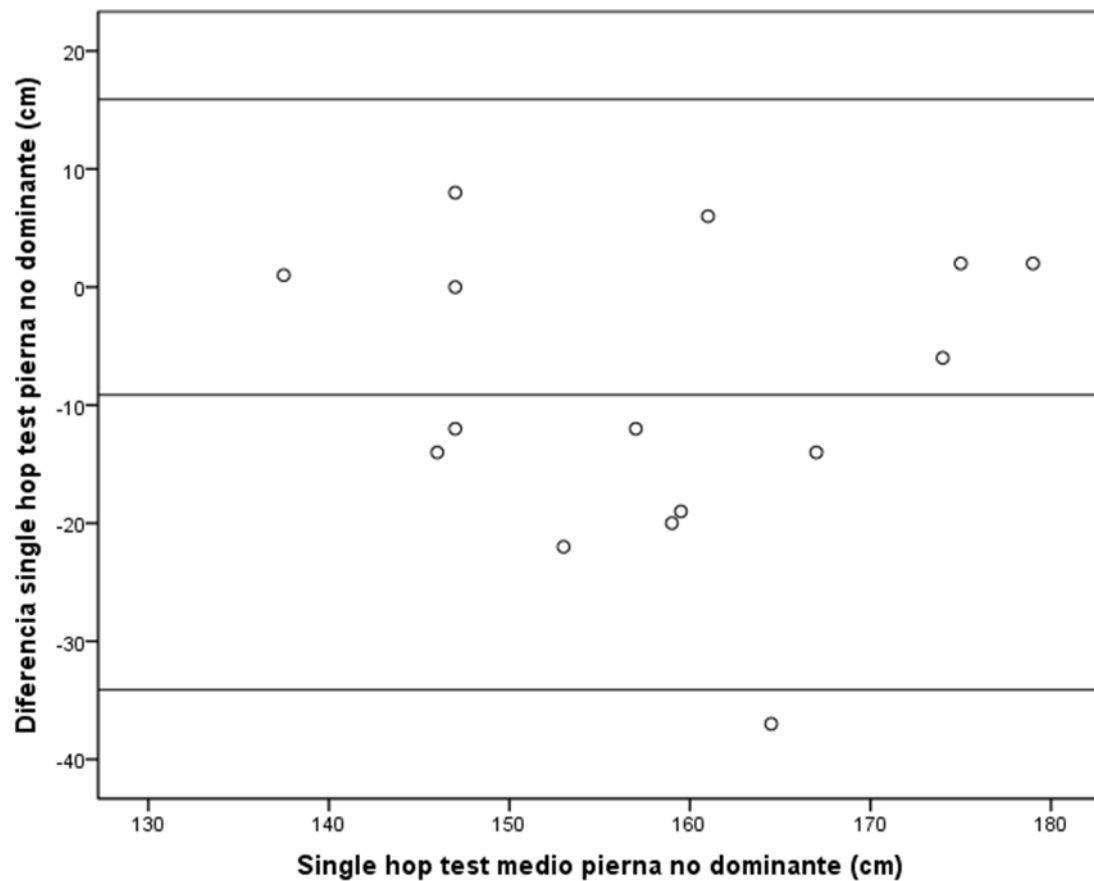


Figura 4. Representación Bland-Altman de la pierna no dominante en la prueba Single Hop Test (SHT).

La relación entre el índice de simetría obtenido en ASF y el obtenido en HA en la prueba SHT se muestra en la Figura 5, observándose que la relación entre ambas condiciones es no significativa ($r=0.392$; $p>0.05$), al igual que en la prueba 6THT ($r=0.311$; $p>0.05$). Sin embargo, la relación es significativa en la prueba CHT (condiciones ($r= 0.542$; $p< 0.05$) y en la prueba THT ($r=0.561$ $p< 0.05$).

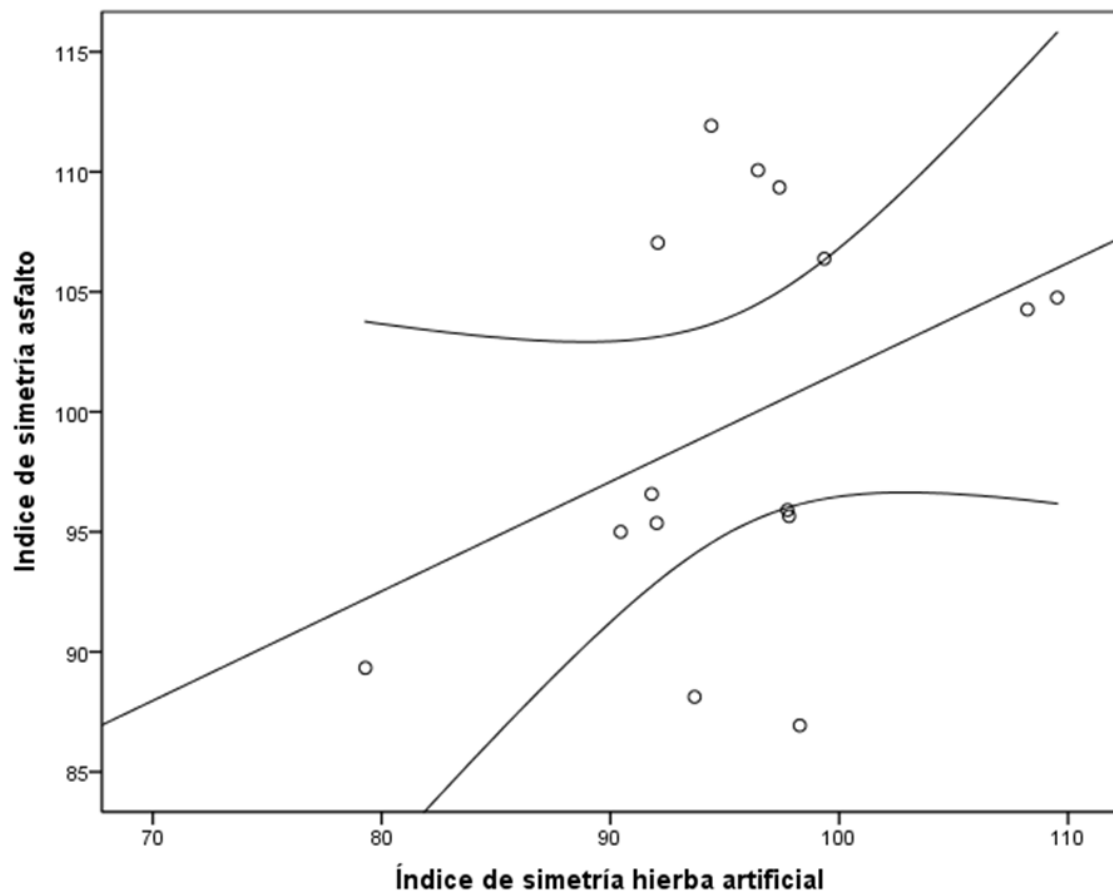


Figura 5. Relación entre el índice de simetría obtenido en asfalto y en hierba artificial.

Discusión

El propósito de este estudio fue comparar los *Hop Test* descritos por Reid et al.¹⁷, en dos condiciones de medición diferentes, tanto en asfalto (ASF) como en hierba artificial (HA), con la intención de determinar si las medidas obtenidas cuando los *Hop Test* son realizados en HA son comparables a cuando dichas pruebas son realizadas tradicionalmente, en ASF o parque^{3,19}, de forma que mediciones en dichas condiciones más específicas para los futbolistas puedan utilizarse de manera fiable y válida.

Con respecto a la fiabilidad inter-repeticiones cabe destacar que se encontraron mayores valores de variabilidad sobre el ASF (6.98 ± 3.9) respecto a la HA (3.99 ± 2.39) en el CHT. Algunas de las hipótesis que podrían apoyar este fenómeno de mayor

homogeneidad en los resultados en la HA hacen referencia a que se trata de un terreno más específica para los futbolistas, superficie en la cual los futbolistas están más acostumbrados a desenvolverse, resultando más sencillos los saltos sobre esa superficie³¹. En este sentido, quizás una limitación del diseño pueda en parte justificar dichos resultados, ya que las pruebas en ASF se realizaron en la sesión previa a las pruebas en HA, pudiendo existir cierto proceso de aprendizaje de los *Hop Test* que redujo la variabilidad inter-repeticiones³².

Con respecto a las diferencias en función del terreno en el rendimiento, en nuestro trabajo se observaron rendimientos ligeramente mejores (cm) en HA, con rendimientos significativamente más altos en la pierna no dominante respecto a los saltos en ASF en el SHT. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en ambas extremidades en los THT y los CHT, y en la pierna dominante del 6THT, en cambio, no se observaron relaciones significativas en la no dominante. Estos resultados indican que es posible una comparación entre ambos terrenos para THT y CHT. Impellizzeri et al.³³, realizó una investigación comparando el uso de los saltos pliométricos en arena y en hierba en futbolistas, concluyendo que el rendimiento en cada superficie puede estar asociado a diferentes efectos, algunos de ellos inducidos por el entrenamiento sobre ciertos factores neuromusculares. Por tanto, los resultados pueden estar afectados por una mayor preparación sobre HA en caso de los futbolistas, con respecto al ASF.

El índice de simetría es una herramienta útil y accesible que puede indicar una disfunción de una extremidad respecto a la otra¹⁹. Proporciona un resultado válido y fiable¹⁷. Los sujetos con valores por debajo del 85% tienen mayores probabilidades de lesionarse de gravedad³. Conocer dicho valores resulta útil para prevenir posibles lesiones mediante la detección de factores de riesgo, pero también, para progresar en un

proceso de rehabilitación tras una lesión de gravedad o propiciarle el alta deportiva para volver a competir²³.

Con respecto a las diferencias en función del terreno en el índice de simetría cabe destacar que se observaron relaciones no significativas en el índice de simetría entre ambos terrenos en el SHT y 6THT. En cambio, los resultados resultan significativos en el caso del CHT y del THT ($p < 0.05$), los cuales nos indican que pueden ser pruebas a desarrollar en ambos terrenos, tema que debería ser investigado en un futuro cercano.

Los resultados obtenidos en el rendimiento (cm) en HA nos hacen hipotetizar que puede deberse a las diferencias técnicas del terreno³⁴ ya que el hecho de ser un terreno más blando puede influir favorablemente en el rendimiento. Respecto al mayor rendimiento de la pierna no dominante, Burnie et al.³⁵ realizaron un estudio isocinético entre ambas extremidades para detectar diferencias de fuerza pero no encontraron resultados significativos. En nuestro trabajo, se han observado valores considerablemente más altos en la pierna no dominante.

Los *Hop Test* fueron seleccionados para este estudio por su similitud con las demandas físicas de aterrizaje o equilibrio que realizan estos deportistas. Además, se trata de pruebas que requieren un mínimo equipamiento y coste prácticamente nulo. Han demostrado tener una alta fiabilidad en adulto jóvenes (0.92-0.97)²⁰ y en pacientes con reconstrucción de LCA (0.84-0.94)¹⁷. A su vez, muestran una alta especificidad (94-97%) pero una baja sensibilidad (38-58%)¹³. Fueron estudios realizados todos ellos en ASF o parque, con las zapatillas habitualmente utilizadas por el sujeto durante la rehabilitación. Algunos, son estudios de años de investigación y grandes muestras, que se ayudan de criterios de inclusión más específicos, para mejorar su evidencia²⁰. Reid et al.¹⁷ relató un descanso de dos minutos entre saltos para descartar posibles sesgos por fatiga. No existe un consenso para determinar si el calentamiento previo a los saltos ha

de ser obligatorio, pero teniendo en cuenta la definición de Woods et al.³⁶ de este concepto, nos pareció recomendable realizar un pequeño calentamiento para ofrecer el rendimiento mayor posible.

Se evaluó basándonos en las investigaciones de Reid et al.¹⁷, que combinando el uso de cuatro *Hop Test* aumentaba la sensibilidad al 82% (más falsos negativos son detectados). Estudios en la literatura científica tienen mayores valores de sensibilidad, Gustavsson et al.¹⁶, combinaron diferentes test de rendimiento y detectaron un 91%: *Single Hop Test*, *Vertical Jump* y *Side Hop* (se basó en los tres ejes del espacio). La investigación, en cambio, se fundamentó en los cuatro test de Reid, debido a las limitaciones del autor (en material) para valorar la *Vertical Jump Test*.

Algunas de las principales limitaciones del estudio hacen referencia a que la investigación se produjo únicamente con futbolistas varones, resultando interesante que futuros trabajos incluyan deportistas de ambos géneros. Las sesiones se han limitado a los días cedidos por el entrenador del equipo para realizar la investigación, pudiendo existir un cierto efecto aprendizaje en los resultados inter-sesiones e inter-repeticiones, ya que la primera repetición solía ser la de valor más bajo. En un futuro, sería adecuado aumentar el número de sesiones, pudiendo valorarse así la fiabilidad inter-sesión que podría aportar un conocimiento añadido al estudio. También podría resultar interesante considerarse realizar un estudio de similares características comparando sujetos intervenidos de LCA y sujetos sanos. Diferentes autores hacen referencia a condicionar la prueba realizándola bajo fatiga^{7,26}. Su uso adaptado para otros deportistas y sus respectivos terrenos debería ser objeto de numerosas investigaciones en el futuro.

Referencias bibliográficas

1. Risberg MA, Lewek M, Snyder-Mackler L. A systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: how much and what type? *Physical Therapy in Sport*. 2004; 125-145
2. Lam MH, Fong D, Yung P, Ho E, Chan WY, Chan KM. Knee stability assessment on anterior cruciate ligament injury: clinical and biomechanical approaches. 2009; *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*. 2009; 1: 20
3. Barber B, Noyes F, Mangine R, McCloskey J, Hartman W. Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1990; 255
4. Hickey K, Quatman C, Myer G, Ford K, Brosky J, Hewett T. Methodological report: Dynamic field test used in an NFL combine setting to identify lower extremity functional asymmetries. *J Strength Cond Res*. 2009; 23(9): 2500-2506
5. Pallard C, Sigward S, Powers C. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased plane knee motion and moments. *Clin Biomech*. 2010; 25 (2): 142
6. Soo Ko M, Jin Yang S, Ku Ha J, Yun Choi J, Goo Kim J. Correlations between hamstring flexor power restoration and functional performance test: 2 year follow-up after ACL reconstruction using hamstring autograft. *KSRR*. 2012; 24 (2): 113-119
7. Yamada RK, Arliani GG, Almeida GP, Venturine AM, dos Santos CV, Astur DC, et al. The effects of one-half of a soccer match on the postural stability and functional capacity of the lower limbs in young soccer players. *Clinics*. 2012;67(12):1361-1364.

8. Butler R, Southers C, Gorman P, Kiesel K, Plisky P. Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *Journal of Athletic Training*. 2012; 47(6): 616-620.
9. Sharrock C, Cropper J, Mostad J, Johnson M, Malone T. A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship?. *IJSPT*. 2011; 6 (2): 63-74
10. Walden M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2012; 344
11. Owen J, Campbeel S, Falkner SJ. Is there evidence that proprioception or balance training can prevent anteterior cruciate ligament injuries in athletes without previous ACL injury? *PHYS THER*. 2006; 86 (10): 1436-1440.
12. Hwan Kong D, Jin Yang S, Ku Ha J, Jwan Jang S, Gook Seo J, Goo Kim J. Validation of functional performance tests after Anterior Cruciate Ligament reconstruction. *KSRR*. 2012; 24 (1): 40-45
13. Noyes F, Barber SD, Mangine R. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*. 1991; 19 (5): 513-518
14. Brumitt J, Heiderscheit B, Manske R et al. Lower extremity functional test and risk of injury in division III collegiate athletes. *IJSPT*. 2013; 3(3): 216-227.
15. Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Saka T, Aydin T. Reliability of a functional test battery evaluating functionality, proprioception, and strenght in recreation athletes with functional ankle instability. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2008; 44: 407-415

16. Gustavsson A, Neeter C, Karlsson J, et al. A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal Of The ESSKA*. August 2006;14(8):778-788.
17. Reid A, Birmingham T, Stratford P, Alcock G, Griffin R. Hop Testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament reconstruction. *PHYS THER*. 2007; 87: 337-349
18. Grindem H, Logerstedt D, Eitzen I, Moksnes H, Axe MJ, Snyder-Mackler L, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in non-operatively treated individuals with ACL injury. *Am J Sports Med*. 2011; 39 (11): 2347-2354
19. Noyes FR, Barber SD, Mooar LA. A rationale for assessing sports activity levels and limitations in knee disorders. *Clinical Orthop* 1989; 246: 238-249
20. Logertedt D, Grindem H, Lynch A, Eitzen I, Engebretsen L, Risberg MA et al. Single-legged Hop Tests as predictors of self-reported knee function after Anterior Cruciate Ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2012; 40(10): 2348-2356
21. Benjamin K, Christopher R, Richard C, et al. Reliability and validity of functional performance tests in dancers with hip dysfunction. *IJSPT*. 2013; 8(4): 361-369.
22. Sharma N, Sharma A, Singh Sandhu J. Functional Performance Testing in athletes with functional ankle instability. *Asian Journal os Sports Medicine*. 2011; 2(4): 249-258

23. Myer G, Paterno M, Ford k, Quatman C, Hewett T. Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament reconstruction: criteria-based progression through the return to sport-phase. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36 (6): 385-402
24. Bolgla L, Keskula D. Reliability of lower extremity functional performance tests. *JOSPT.* 1997; 26 (3): 138-142
25. Myer G, Schmitt L, Brent J, Ford K, Barber Foss KD, Scherer BJ. Utilization of modified NFL combine testing to identify functional deficits in athletes following ACL reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011; 41 (6): 377-387.
26. Arliani GG, Almeida GPL, Santos CV, Venturini AM, Astur DC, Cohen M. The effects of exertion on the postural stability in young soccer players. *Acta Ortop Bras.* 2013; 21(3):155-8.
27. Samadi H, Rajabi R, Minoonejad H, Aghaiari A. Asymmetries in flexibility, balance and power associated with preferred and non-preferred leg. *World Journal of Sport Sciences.* 2009; 2 (1): 38-42
28. Mujika I. *Tapering and peaking for Optimal Performance.* Champaign, IL: Human Kinetics. 2009.
29. Issurin VB. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Med* 2010; 40 (3): 189-206.
30. McElveen MT, Rieman BL, Davies GJ. Bilateral comparison of propulsion mechanics during single-leg vertical jumping. *J Strength Cond Res.* 2010; 24: 375-381
31. Toering TT, Elferink-Gemser MTm Jordet G, Visscher C. Self-refulation and perfomance level of elite and non-elite youth soccer players. *J Sports Sci.* 2009; 27(14): 1509-17

32. Oña, A., Martínez, M., Moreno, F., y Ruiz, L.M. (1999). Control y aprendizaje motor. Madrid: Editorial Síntesis
33. Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Martino F, Fiorini S, Wisloff U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *Br J Sports Med.* 2008. 42(1): 42-6
34. Zanetti EM, Bignardi C, Franceschini G, Audenino AL. Amateur football pitches: mechanical properties of the natural ground and of different artificial turf infills and their biomechanical implications. *J Sports Sci.* 2013; 31 (7): 767-78.
35. Burnie J, Brodie PA. Isokinetic measurement in preadolescent males. *Int J Sports Med.* 1986; 7(4):205-9
36. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med.* 2007; 37 (12): 1089-99